Aus der Abteilung für klinische Neurophysiologie
(Leiter Prof.: Dr. St. Kubicki)
der Neurochirurgisch-Neurologischen Klinik
im Klinikum Westend der Freien Universität Berlin

Elektromyographische Untersuchungen an Gesunden über die Verteilung der Muskelaktionspotential-Dauer und -Amplituden

Ein Beitrag zur Definition des pathomorphologischen Begriffes ' Gigantenpotentiale '

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Manfred Barsch

1976

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547205_0089

Aus der Abteilung für klinische Neurophysiologie
(Leiter Prof.: Dr. St. Kubicki)
der Neurochirurgisch-Neurologischen Klinik
im Klinikum Westend der Freien Universität Berlin

Elektromyographische Untersuchungen an Gesunden über die Verteilung der Muskelaktionspotential-Dauer und -Amplituden

Ein Beitrag zur Definition des pathomorphologischen Begriffes ' Gigantenpotentiale '

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Manfred Barsch

Referent: Prof. Dr. R. Stölzel

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. M. Wolter

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fachbereiche der
Freien Universität Berlin

Promoviert am 26. 7. 1976

I. Einleitung
a) Historischer Überblick ... 1
b) Literatur 2
c) Fragestellung 6

II. Untersuchter Personenkreis .. 7

III. Methodik 8

IV. Auswertung 9

V. Tabellen- und Meßwerte 11

VI. Ergebnisse 13

VII. Diskussion 19

VIII. Zusammenfassung 25

Tabellen 28

Literaturverzeichnis 39

Referent: Prof. Dr. R. Stölzel

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. M. Wolter

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fachbereiche der
Freien Universität Berlin

Promoviert am 26. 7. 1976

I. Einleitung
a) Historischer Überblick ... 1
b) Literatur 2
c) Fragestellung 6

II. Untersuchter Personenkreis .. 7

III. Methodik 8

IV. Auswertung 9

V. Tabellen- und Meßwerte 11

VI. Ergebnisse 13

VII. Diskussion 19

VIII. Zusammenfassung 25

Tabellen 28

Literaturverzeichnis 39

I. EINLEITUNG

a) Historischer Überblick

Seit 1899 wurden in der Physiologie mit Entwicklung des Kapillarelektrometers durch LIPPMANN erstmals genaue Informationen über die bioelektrische Tätigkeit der Muskeln gesammelt. Mit Einführung des Seitengalvanometers durch EINTHOVEN (1901) und der Anwendung des Kathodenstrahloszilloskopes (FORBES und THACHER, 1920) kamen Geräte zur Anwendung, deren Trägheit so gering war, daß auch schnelle elektrische Abläufe ohne wesentliche Verzerrung aufgezeichnet werden konnten.

Die Grundlagen der klinischen Elektromyographie wurden mit der Analyse der Aktionspotentiale während der Willkürbewegung von PIPER (1907-1912) geschaffen.

1928 zeigte PROEBSTER erstmals Veränderungen im Elektromyogramm bei peripheren Nervenläsionen auf. Mit Einführung der konzentrischen Nadelelektrode durch ADRIAN und BRONK (1929) konnten Aktionspotentiale einzelner motorischer Einheiten aufgezeichnet werden. EICHLER und v. HATTINGBERG (1938), später DENNY-BROWN und NEVIN (1941) führten Untersuchungen über die Myotonie durch. 1941 erschienen auch grundlegende Arbeiten über Veränderungen im Elektromyogramm bei Muskelatrophien von BUCHTHAL und CLEMMESEN.
1944 gaben dann WEDDEL, FEINSTEIN und PATTLE einen umfassenden Überblick über die klinische Anwendbarkeit der Elektromyographie.

.../ 2

Die Messung der Leitgeschwindigkeit in motorischen Nervenfasern wurde erstmals von HELMHOLTZ und BAXT (1871) durchgeführt. Die dabei angewandte Methode, einen peripheren Nerven an zwei möglichst weit voneinander entfernten Stellen zu reizen und die Latenzzeiten der Muskelaktionspotentiale zu ermitteln, ist heute unverändert gebräuchlich. Aus der Differenz der Latenzzeiten bei bekannter Entfernung der beiden Reizpunkte voneinander kann die Leitgeschwindigkeit in dem betreffenden Abschnitt des peripheren Nerven errechnet werden.

b) Literatur

Bei der Nervenleitgeschwindigkeit besteht eine Altersabhängigkeit. WAGMANN und LESSE fanden bei Kindern um das 5. Lebensjahr die größte Leitgeschwindigkeit (größter Faserdurchmesser in diesem Alter) und bei alten Leuten unterdurchschnittliche Werte der Leitgeschwindigkeit. Bei Abkühlung um 3^{o} Celsius soll die Nervenleitgeschwindigkeit um 7 m/sec abnehmen.

Bei gesunden Personen finden sich bezüglich der Dauer der Aktionspotentiale innerhalb eines Muskels bei verschiedenen Nadelpositionen der Ableiteelektrode erhebliche Unterschiede. Dies wird von BUCHTHAL (1) mit der unterschiedlichen Größe des Areals der motorischen Einheit begründet. BUCHTHAL (8) zeigt in seiner "Einführung in die Elektromyographie" ein Histogramm von der Häufigkeit der Dauer bei 1268 Potentialen, abgeleitet von verschiedenen Punkten des M. biceps brachii. Das gleiche Histogramm findet sich bei B. DRECHSLER (11) abgebildet.

.../ 3

Aber auch bei Ableitung aus verschiedenen Muskeln zeigen die Potentiale hinsichtlich ihrer Dauer erhebliche Differenzen. So beschreiben FEUERSTEIN et al. (2) unter Hinweis auf Arbeiten von PINELLI und KUGELBERG, auch BUCHTHAL und PINELLI, daß die Aktionspotentialdauer proportional ist der Anzahl und Anordnung von Muskelfasern, enthalten in einer motorischen Einheit. BUCHTHAL (8) fand z.B. bei den vom N. facialis versorgten Muskeln eine um 50 % niedrigere Dauer als in den Extremitätenmuskeln, da die Gesichtsmuskeln eine wesentlich höhere Innervationsrate aufweisen als die Extremitätenmuskeln.

Einfluß auf die Potentialdauer hat auch der zur Ableitung verwendete Elektrodentyp. BUCHTHAL, GULD und ROSENFALCK (6) errechneten bei Verwendung verschiedener Elektroden eine Änderung der mittleren Dauer um 25 %. Bei Ableitung mit bipolaren Nadelelektroden war die Potentialdauer kürzer als bei Ableitung mit unipolaren oder konzentrischen Nadelelektroden.

Signifikanter Einfluß auf die Aktionspotential-Dauer wird dem Alter der zur Untersuchung gelangenden Personen zugeschrieben. BUCHTHAL, PINELLI und ROSENFALCK (9) sowie PETERSEN und KUGELBERG (7) fanden mit zunehmendem Alter einen kontinuierlichen Anstieg der Potentialdauer. BUCHTHAL (8) und STEINBRECHER (1o) zeigen in ihren Einführungen in die Elektromyographie Tabellen, aus denen die mittlere Dauer der Aktionspotentiale gesunder Skelettmuskeln in Relation zum Lebensalter der Versuchspersonen ersichtlich ist.

.../ 4

DOMINICUS (12) stellt einen kontinuierlichen Anstieg der Potentialdauer mit zunehmendem Alter in Frage. Bei Ableitung aus dem M. quadriceps und dem M. gastrocnemius an 188 neurologisch gesunden Personen beschreibt er lediglich einen Anstieg der Potentialdauer vom 15. bis 40. Lebensjahr. Vom 40. bis 70. Lebensjahr wird von ihm kein signifikanter Anstieg der mittleren Aktionspotentialdauer mehr festgestellt.

Die intramuskuläre Temperatur soll ebenfalls einen Einfluß auf die Potentialdauer haben. BUCHTHAL, PINELLI und ROSENFALCK (9) fanden eine Zunahme der mittleren Dauer um 10-30 % pro Grad Celsius - Temperaturabnahme. FEINSTEIN et al. (2) bestätigen dies.

Die Kontraktionsstärke hat keinen Einfluß auf die Dauer der Aktionspotentiale (1, 10, 8).

Die Amplituden der Aktionspotentiale (maximale positive und negative Abweichung von der Grundlinie = Spitze - Spitze) werden in der Literatur als wenig verläßliche Parameter bezeichnet. Infolge der Abhängigkeit von der Entfernung der Ableitelektrode zu den Fasern der motorischen Einheit kommen innerhalb desselben Muskels erhebliche Unterschiede in der Amplitude der Muskelaktionspotentiale zustande. Die Amplitude wird umso kleiner, je weiter die Elektrode von den Fasern der motorischen Einheit entfernt liegt. Abhängig ist die Amplitude auch von der Temperatur. Mit Abnahme der intramuskulären Temperatur um 1 Grad Celsius nimmt die mittlere Amplitude um 2-5 % ab (1-3, 8, 9, 11). I. PETERSEN und KUGELBERG fanden auch eine Abhängigkeit der Amplitude vom Typ der benutzten Elektroden (7). Die mittleren Amplituden

.../ 5

sind bei Ableitung aus verschiedenen Muskeln unterschiedlich. BUCHTHAL (1) gibt an, daß die Aktionspotential-Amplitude bei stärkerer Muskelkontraktion ansteigt. Eine Altersabhängigkeit ließ sich nicht nachweisen (9). Infolge dieser geschilderten Einflüsse ist nach BUCHTHAL (8) eine Abweichung der mittleren Amplitude von weniger als 50 % vom Normalwert noch nicht signifikant. Die Verteilung der Amplituden bei 1268 von verschiedenen Punkten des M. biceps brachii abgeleiteten Potentialen ist einem Histogramm in seiner "Einführung in die Elektromyographie" zu entnehmen. LUDIN (13) bezeichnet die Amplitude ebenfalls als weniger nützliches Merkmal als die Dauer, da sie stärker vom Abstand der Elektrode von den aktiven Fasern abhängig ist. Er sagt aus, daß Werte, die bis zu 40 % von den Normalwerten abweichen, noch nicht als pathologisch anzusehen sind.

STEINBRECHER (1o) gibt eine Streubreite der normalen Amplitude zwischen etwa 300 und 1500 µV an. Er beschreibt die Amplitudenschwankungen innerhalb eines Muskels allerdings als geringer und zieht daraus den Schluß, daß nur solche Amplitudenänderungen verwertbar seien, die im Vergleich mit identischen gesunden Muskeln Abweichungen um 60 % überschreiten. BUCHTHAL (8) beschreibt die mittlere Amplitude bei spinalen Paresen als doppelt so hoch wie beim normalen Muskel. DRECHSLER (11) erwähnt Riesenpotentiale mit Amplituden von 4-6 mV, die in dieser Größenordnung bei Störungen des proximalsten Abschnittes des peripheren Motoneurons (Vorderhornzelle, motorische Rückenmarkswurzeln) auftreten.

.../ 6

STEINBRECHER (1o) schildert die Amplitude der Aktionspotentiale bei Muskeldystrophie und Myositis als vermindert, bei anderen primären Myopathien als stark vermindert. (Verringerung der Faserdichte = Amplitudenminderung).

Normtabellen für die prozentuale Verteilung der Amplituden der Aktionspotentiale in den einzelnen Muskeln fanden sich in der durchgesehenen Literatur nicht. Lediglich BUCHTHAL (8) zeigt sein Histogramm über die Spannungsverteilung im M. biceps brachii.

c) Fragestellung

Entscheidende Kriterien für die Beurteilung eines EMG sind die Dauer und die Amplitude von Muskelaktionspotentialen sowie die Nervenleitgeschwindigkeit. Um den diagnostischen Wert dieser verschiedenen Parameter richtig einschätzen zu können, müssen genügend Vergleichswerte gesunder Personen vorhanden sein.

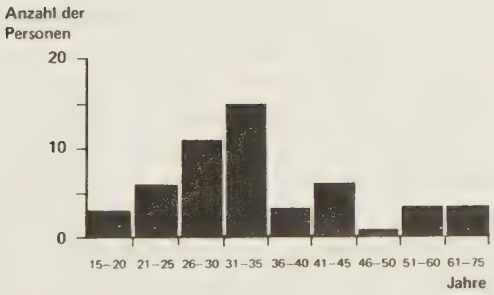
In der vorliegenden Arbeit soll neben der Darstellung von Vergleichswerten der Nervenleitgeschwindigkeit und der Dauer der Aktionspotentiale insbesondere zu folgenden Fragen Stellung genommen werden:
Wie stellt sich die prozentuale Amplitudenverteilung für verschiedene Muskeln dar?
Welche Streubreite der Amplituden ist daraus zu entnehmen?
Wie hoch ist bei gesunden Versuchspersonen in verschiedenen Muskeln der Prozentsatz von Amplituden mit Werten über 3,o mV, also in einer Größenordnung, wie sie von verschiedenen Autoren als Gigantenpotentiale bei Vorderhornschädigung beschrieben werden?

.../ 7

II. UNTERSUCHTER PERSONENKREIS

Es wurden 5o Personen untersucht, bei denen keine neuromuskulären Erkrankungen bestanden. 42 Personen davon waren männlichen und 8 weiblichen Geschlechts. Das Durchschnittsalter betrug 35,96 Jahre, wobei 19 Personen zwischen 15 und 3o Jahren, 25 Personen zwischen 31 und 5o Jahren und 6 Personen zwischen 51 und 74 Jahre alt waren.

Altersverteilung:



.../ 8

III. METHODIK

Zur Ableitung wurde ein 3-Kanal-Elektromyograph der Firma DISA-Elektronik, Dänemark, benutzt. Registriert wurde photographisch von einem Oszillographen auf Filmpapier, Filmgeschwindigkeit 5 cm/sec, Kippgeschwindigkeit des Elektronenstrahls 1msec/mm. Verstärkung bei leichter Innervation und Einzelkippableitung 50 µV/mm, bei Maximalinnervation und fortlaufender Registrierung 200 µV/mm. Abgeleitet wurde mit konzentrischen Nadelelektroden der Firma DISA, Durchmesser o,45 mm.

Bei jeder der 5o Versuchspersonen wurden die motorischen und sensorischen Nervenleitgeschwindigkeiten des N. ulnaris und medianus gemessen sowie die motorischen Nervenleitgeschwindigkeiten des N. tibialis und fibularis. Die Messung wurde mit Oberflächenableiteelektroden und Oberflächenreizelektroden durchgeführt. Es wurden supramaximale Einzelreize von o,2 msec Dauer verwendet. Für den N. ulnaris wurde die Oberflächenableiteelektrode am M. abductor digiti V angelegt. (Unterer Reizpunkt an der ulnaren Seite des Handgelenks oberhalb des Processus styloides ulnae, oberer Reizpunkt im Bereiche des Ellenbogengelenks unterhalb des Epicondylus ulnaris). Für den N.medianus wurde vom M. abductor pollicis brevis abgeleitet. (Unterer Reizpunkt in der Mitte des Handgelenks, Volarseite, oberer Reizpunkt an der Beugeseite des Ellenbogengelenks). Für den N. fibularis wurde die Ableiteelektrode am M. extensor digitorum

.../ 9

brevis angelegt. (Unterer Reizpunkt Fußgelenkmitte in Höhe des Ligamentum transversum cruris, oberer Reizpunkt unterhalb des Capitulum fibulae). Zur Messung der motorischen Nervenleitgeschwindigkeit des N. tibialis wurde die Oberflächenableiteelektrode am M. abductor hallucis angelegt. (Unterer Reizpunkt unterhalb des Malleolus tibiae, oberer Reizpunkt in Kniegelenksmitte zwischen Caput mediale und laterale des M. gastrocnemius).

Weiter wurden bei jeder der Versuchspersonen mittels konzentrischer Nadelelektrode 4 Muskeln elektromyographisch untersucht und zwar der M. biceps brachii, der M. abductor digiti V, der M. quadriceps femoris und der M. tibialis anterior. Die Nadelelektrode wurde jeweils im Bereich des größten Muskeldurchmessers eingeführt. Bei leichter Innervation wurde mit Einzelkippableitung gefilmt, bei Maximalinnervation fortlaufend registriert. Die Nadellage wurde dabei mehrfach verändert

IV. AUSWERTUNG

Von den errechneten Werten der motorischen und sensiblen Nervenleitgeschwindigkeiten wurde das arithmetische Mittel bestimmt.

Aus jedem der 4 genannten Muskeln wurde die Dauer von etwa 2o mittels konzentrischer Nadelelektrode registrierter Muskelaktionspotentiale ermittelt.

.../ 1o

(Strecke vom Punkte der Abweichung der Schwankung von der Grundlinie bis zu deren Rückkehr zur Grundlinie). Aus diesen Werten wurde die durchschnittliche Dauer der Aktionspotentiale für die 4 Muskeln errechnet. Außerdem wurde die Streuung der Werte, die Standardabweichung und die Standardabweichung des Mittelwertes bestimmt.

Es wurde die jeweils kleinste und die größte auffindbare Amplitude gemessen und daraus ein mittlerer Wert gebildet. Bei 3 Versuchspersonen wurde von sämtlichen Potentialen aus den 4 abgeleiteten Muskeln die Amplitude ausgemessen. (Einzelkippableitung, 200 µV/mm). Daraus wurden dann die durchschnittlichen Amplitudenwerte, die Streuung der Werte, die Standardabweichung sowie die Standardabweichung des Mittelwertes errechnet.

Zur statistischen Absicherung wurde darüberhinaus bei lo Versuchspersonen von sämtlichen Potentialen der 4 Muskeln die Amplitude ausgemessen und die Amplitudenmittelwerte errechnet.

Die mittlere Potentialdauer bzw. mittlere Amplitude ist dabei die Summe der Dauer bzw. der Amplituden der Aktionspotentiale, geteilt durch die Anzahl der ausgezählten Potentiale. Die Standardabweichung ist definiert als

$$SA = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N - 1}}$$

wobei d die Abweichung der Einzelwerte vom arithmetischen Mittelwert bedeutet.

.../ 11

V. TABELLEN DER MESSWERTE

Tabelle 1: Durchschnittliche Aktionspotentialdauer (msec) im M. biceps, M abductor digiti V, M. quadriceps und M. tibialis anterior von 50 Personen ohne Vorliegen einer neuromuskulären Erkrankung. Es wurden 2o Potentiale pro Muskel ausgemessen, in einigen Fällen weniger (in Klammern angegebene Zahl rechts unten). Abgeleitet wurde mit konzentrischer Nadelelektrode bei einer Verstärkung von 50 µV/mm und Einzelkippableitung bei leichter Innervation.

Tabelle 2: Verteilung der Potentialdauer in den einzelnen Muskeln:

a) M.biceps brachii: 49 Patienten,
ausgemessene Potentiale: 916 = 100 %

b) M.abductor digiti V: 50 Patienten,
ausgemessene Potentiale: 9o5 = 100 %

c) M.quadriceps: 48 Patienten,
ausgemessene Potentiale: 9o2 = 100 %

d) M. tibialis anterior: 49 Patienten,
ausgemessene Potentiale: 9o2 = 100 %

Tabelle 3: Mittlere Amplitude (mV), errechnet aus dem Potential der kleinsten und größten Amplitude im M. biceps (50 Personen), M. abductor digiti V (50 Personen), M. quadriceps femoris (47 Personen) und M. tibialis anterior (45 Personen). In der Tabelle pro Patient oben die niedrigste und höchste Amplitude in mm, unten die errechnete Spannung in mV, in der Mitte der Durchschnittswert.

.../ 12

Tabelle 4/5/6: Bei 3 Patienten wurden in den vier untersuchten Muskeln bei Ableitung mit 200 µV/mm interrupted und leichter Innervation die Amplituden sämtlicher Potentiale ausgemessen und die prozentuale Verteilung der Amplituden pro Muskel dargestellt.

Tabelle 7: Zusammenstellung der prozentualen Verteilung der Aktionspotentialamplitude (3 Patienten) im

a) M.biceps (178 Potentiale = 100 %)
b) M.abductor digiti V (12o Potentiale = 100%)
c) M.quadriceps (26o Potentiale = 100 %)
d) M.tibialis anterior (129 Potentiale = 100%)

Tabelle 8: Zusammenstellung der prozentualen Verteilung der Aktionspotentialamplitude (1o Patienten)

a) M.biceps (600 Potentiale = 100 %)
b) M.abductor digiti V (497 Potentiale = 100 %)
c) M.quadriceps (829 Potentiale = 100 %)
d) M.tibialis anterior (647 Potentiale = 100 %)

.../ 13

VI. ERGEBNISSE

1) Die durchschnittliche Aktionspotential-Dauer, Streuung, Standardabweichung und Standardabweichung des Mittelwertes bei 50 Personen betrug im

M. biceps:

AP-Dauer:		
Mittelwert:	9,131o	msec
niedrigster Einzelwert:	3	msec
längster Einzelwert:	15	msec
Mittelwert aus allen Minimalwerten:	5,51	msec
Mittelwert aus allen Maximalwerten:	13,6	msec
Streuung:	5,2516	
Standardabweichung:	2,2914	
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,o757	

M. abductor digiti V:

AP-Dauer:		
Mittelwert:	11,7149	msec
niedrigster Einzelwert:	5	msec
längster Einzelwert:	17	msec
Mittelwert aus allen Minimalwerten:	7,76	msec
Mittelwert aus allen Maximalwerten:	15,22	msec
Streuung:	5,4142	
Standardabweichung:	2,3269	
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,o773	

.../ 14

M. quadriceps femoris:

AP-Dauer:

Mittelwert:	9,3736	msec
niedrigster Einzelwert:	4	msec
längster Einzelwert:	16	msec
Mittelwert aus allen Minimalwerten:	6,o6	msec
Mittelwert aus allen Maximalwerten:	13,14	msec
Streuung:	4,96o2	
Standardabweichung:	2,2271	
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,o742	

M. tibialis anterior:

AP-Dauer:

Mittelwert:	8,8437	msec
niedrigster Einzelwert:	4	msec
längster Einzelwert:	15	msec
Mittelwert aus allen Minimalwerten:	5,61	msec
Mittelwert aus allen Maximalwerten:	12,59	msec
Streuung:	5,4o84	
Standardabweichung:	2,3256	
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,o774	

(siehe Tabelle 1)

Die prozentuale Verteilung der Aktionspotential-Dauer in den vier Muskeln ist der Tabelle 2 a) - d) zu entnehmen.

.../ 15

1a) Altersabhängigkeit der Aktionspotential-Dauer:

In den Altersgruppen 1 (15-3o J.) = 19 Personen u.
2 (31-5o J.) = 25 Personen
fand sich keine eindeutige Differenz in der Dauer der Aktionspotentiale.
Gruppe 3 (51-8o J.) = 6 Personen
zeigte gegenüber den Durchschnittswerten der Altersgruppen 1 und 2 im M. biceps brachii einen Anstieg der mittleren Potentialdauer um o,89 msec, im M. abductor digiti V keinen Anstieg, im M. quadriceps femoris einen Anstieg um o,39 msec und im M. tibialis anterior einen Anstieg um 1,o9 msec.

2) Die mittlere Amplitude bei 5o Personen (errechnet aus den mittleren Werten der jeweils niedrigsten und höchsten Amplitude pro Muskel) betrug im

a) M. biceps: 2,49 mV
b) M. abductor digiti V: 3,o3 mV
c) M. quadriceps femoris: 2,55 mV
d) M. tibialis anterior: 2,o3 mV

(siehe Tabelle 3)

.../ 16

2a) Die durchschnittliche Amplitude (Mittelwert), Streuung, Standardabweichung und Standardabweichung des Mittelwertes bei 3 Patienten (errechnet aus den Durchschnittswerten von 178 ausgemessenen Potentialen im M. biceps brachii, 12o Potentialen im M. abductor digiti V, 216 Potentialen im M. quadriceps femoris und 129 Potentialen im M. tibialis anterior) betrug im

a) M. biceps brachii:

Mittelwert:	1,573o mV
Streuung:	o,51o9 mV
Standardabweichung:	o,7148
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,o536

b) M. abductor digiti V:

Mittelwert:	2,1867 mV
Streuung:	1,2946 mV
Standardabweichung:	1,1378
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,1o39

c) M. quadriceps:

Mittelwert:	1,812o mV
Streuung:	o,6389 mV
Standardabweichung:	o,7993
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,o544

d) M. tibialis anterior:

Mittelwert:	1,4729 mV
Streuung:	o,5525 mV
Standardabweichung:	o,7433
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,o654

(siehe Tabelle 7)

.../ 17

2b) Die durchschnittliche Amplitude (Mittelwert), Streuung, Standardabweichung und Standardabweichung des Mittelwertes bei lo Patienten (errechnet aus den Durchschnittswerten von
600 ausgemessenen Potentialen im M. biceps brachii,
497 Potentialen im M. abductor digiti V,
829 Potentialen im M. quadriceps femoris und
647 Potentialen im M. tibialis anterior)
betrug im

a) M. biceps brachii:

Mittelwert:	1,586667 mV
Streuung:	o,662393 mV
Standardabweichung:	o,813875
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,o33226

b) M. abductor digiti V:

Mittelwert:	2,136821 mV
Streuung:	1,322694 mV
Standardabweichung:	1,15oo84
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,o51588

c) M. quadriceps:

Mittelwert:	1,716767 mV
Streuung:	o,7532o9 mV
Standardabweichung:	o,867876
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,o3ol43

d) M. tibialis anterior:

Mittelwert:	1,2884o8 mV
Streuung:	o,555268 mV
Standardabweichung:	o,745163
Standardabweichung des Mittelwertes:	o,o29295

(siehe Tabelle 8)

.../ 18

Die prozentuale Verteilung der Amplituden in den einzelnen Muskeln jeder der 3 Versuchspersonen und zusammengefaßt von allen ausgezählten Potentialen pro Muskel ist den Tabellen 4, 5, 6, 7 zu entnehmen, zusammengefaßt von 1o Personen der Tabelle 8.

3) Die Meßergebnisse der Nervenleitgeschwindigkeiten (errechnet als Mittelwerte aus der Summe der 5o Einzelergebnisse) ergaben:

für den N. ulnaris

rechts motorisch: 54,21 m/sec,
sensibel: 56,11 m/sec,

links motorisch: 54,66 m/sec,
sensibel: 58,27 m/sec,

für den N. medianus

rechts motorisch: 53,63 m/sec,
sensibel: 59,89 m/sec,

links motorisch: 54,26 m/sec,
sensibel: 6o,68 m/sec,

für den N. tibialis

rechts motorisch: 42,22 m/sec,
links motorisch: 42,32 m/sec,

für den N. peroneus

rechts motorisch: 44,48 m/sec,
links motorisch: 41,51 m/sec.

Da diese Werte unter klinischen Ableitebedingungen ermittelt wurden, konnten Temperatureinflüsse nicht berücksichtigt werden.

.../ 19

VII. DISKUSSION

In der vorliegenden Arbeit werden 5o Patienten ohne neuromuskuläre Erkrankungen elektromyographisch untersucht. Es werden Durchschnittswerte für die Dauer der Nervenleitgeschwindigkeit der peripheren Nerven angegeben sowie bei Ableitung mittels konzentrischer Nadelelektrode aus 4 verschiedenen Skelettmuskeln Normwerte errechnet und in Bezug auf die Aktionspotential-Dauer und die Amplitude mit den in der Literatur angegebenen Werten verglichen. Insbesondere werden in Anlehnung an das von BUCHTHAL veröffentlichte Histogramm über die Verteilung von Dauer und Amplitude der Aktionspotentiale für den M. biceps ähnliche Histogramme für andere Muskeln erstellt.

Für die Nervenleitgeschwindigkeit, die zur Lokalisation einer peripheren Nervenläsion herangezogen werden kann, insbesondere zur Differenzierung traumatischer Schädigungen des peripheren Nerven, gibt STEINBRECHER einen Durchschnittswert von 52,3 m/sec für den N. ulnaris an. Für den N. peroneus fand er ebenfalls einen Durchschnittswert von 52,3 m/sec und für den N. tibialis von 43,8 m/sec. Auch F. CORBAT beschreibt für den N. ulnaris einen Mittelwert der Nervenleitgeschwindigkeit von 52,3 m/sec. Die hier festgestellten Werte stimmen etwa mit den in dieser Arbeit errechneten Mittelwerten überein. Die für den N. ulnaris und den N. medianus bestimmten sensiblen Nervenleitgeschwindigkeiten liegen jeweils einige m/sec höher (siehe Ergebnisse, Abs. 3).

.../ 2o

Die Dauer der Aktionspotentiale ist bei neurogenen Schädigungen der Willkürmuskulatur häufig verlängert. BUCHTHAL beschreibt eine solche Verlängerung der Aktionspotential-Dauer in etwa der Hälfte der Fälle bei Läsionen des peripher-motorischen Neurons, häufiger bei Vorderwurzelerkrankungen und am häufigsten - und zwar in 80 % der Fälle - bei Beteiligung der Vorderhornzellen.

Myogene Paresen lassen dagegen in 2/3 aller Fälle eine herabgesetzte Aktionspotential-Dauer erkennen.

Hinsichtlich dieser Aussage besteht bei allen Autoren Einigkeit. BUCHTHAL gibt die mittlere Potential-Dauer im M. biceps brachii bei Auszählen von 2o Potentialen und Ableitung mittels konzentrischer Nadelelektrode, also unter gleichen Bedingungen wie in der vorliegenden Arbeit, mit 8-1o msec an. Diesem Wert entsprechen die hier erhobenen Ergebnisse, die für den M. biceps brachii eine mittlere Potentialdauer von 9,1310 msec zeigen. Auch die Schwankungen der absoluten Potentialdauer innerhalb eines Muskels, die für den M. biceps von BUCHTHAL mit 3-15 msec angegeben werden und zum Teil mit Verschiedenheiten in der Ausbreitung der Innervationszonen verschiedener motorischer Einheiten, zum Teil mit der unterschiedlichen Lage der Ableiteelektrode zu diesen Zonen begründet werden, können mit dieser Arbeit bestätigt werden. Bei Ableitung von 5o Personen ergaben sich hier für den M. biceps durchschnittlich niedrigste Werte von 5,51 msec und durchschnittlich längste Werte von 13,o6 msec (niedrigster Einzelwert 3 msec, längster Einzelwert 15 msec).

.../ 21

Aus diesen erheblichen Schwankungen heraus ist verständlich, daß nur Potentiale, die um mindestens 20 % vom Normwert abweichen als krankhaft angesehen werden können.

Die Mittelwerte für die Aktionspotential-Dauer bei Ableitung aus dem M. abductor digiti V, quadriceps und tibialis anterior entsprechend dem hier vorliegenden Durchschnittsalter von 35,96 Jahren stimmen unter Berücksichtigung der Standardabweichungen etwa mit den in der Literatur, z.B. bei BUCHTHAL und STEINBRECHER, angegebenen Werten überein.

STEINBRECHER zeigt in seiner "Elektromyographie für Klinik und Praxis" eine Tabelle über die mittlere Dauer der Aktionspotentiale aus verschiedenen gesunden Skelettmuskeln, geordnet nach dem Lebensalter der Versuchspersonen. Aus dieser Tabelle ist zu entnehmen, daß die Aktionspotential-Dauer in den höheren Altersgruppen deutlich ansteigt. Die Anzahl der untersuchten Personen für die einzelnen Altersgruppen wird im übrigen nicht genannt.
Eine solche eindeutige Differenz der Potentialdauer in den verschiedenen Altersgruppen konnte in der vorliegenden Arbeit, auch für die höhere Altersgruppe, nicht festgestellt werden. Möglicherweise liegt dies daran, daß in den Altersgruppen 1 und 2 der vorliegenden Arbeit die meisten Personen um das Durchschnittsalter von 35,96 Jahren lagen und nur wenige hinsichtlich des Alters stark abwichen. Lediglich bei Ableitung aus dem M. tibialis anterior konnte bei 6 Personen im Alter von 51-8o Jahren (Gruppe 3)

.../ 22

eine Verlängerung der durchschnittlichen Potentialdauer um 1,o9 msec gegenüber dem Mittelwert der Gruppen 1 und 2 festgestellt werden. Sie liegt damit im Vergleich zur Steinbrecher'schen Tabelle etwa um 2 msec niedriger. Da diese Gruppe mit 6 Personen allerdings sehr klein ist, ist ihre Aussagekraft nur schwach. DOMINICUS fand in seiner Arbeit bei Ableitung aus verschiedenen Skelettmuskeln keinen Anstieg der Aktionspotential-Dauer mit zunehmendem Alter.

Die Amplituden der Aktionspotentiale steigen bei proximal lokalisierten Schädigungen des peripher-motorischen Neurons deutlich an. Bei weiter peripher gelegenen Nervenläsionen müssen sie nicht unbedingt erhöht sein, ja bei frischen traumatischen peripheren Nervenläsionen können sie sogar herabgesetzt sein. Bei myogenen Paresen führt die Verringerung der Faserdichte in den motorischen Einheiten zu einer Amplitudenminderung, am ausgeprägtesten bei myogenen Paresen mit histologischen Zeichen einer Myositis.

STEINBRECHER beschreibt bei Vorderhornerkrankungen, vor allem den Poliomyelitiden, das Auftreten von sogenannten Gigantenpotentialen mit Amplituden zwischen 2000 und 3000 µV. DRECHSLER gibt Amplituden von 6-8 mV an. Die Entstehung solcher Riesenpotentiale wird von LUDIN mit einer erheblichen Vergrößerung des Territoriums der motorischen Einheit infolge distaler kollateraler Sprossungsvorgänge und möglicherweise auch durch das Auftreten von Querverbindungen auf spinaler Ebene erklärt.

.../ 23

Bei Ableitung gesunder Versuchspersonen beschreibt BUCHTHAL (8) Variationen der Amplitude innerhalb eines Muskels von wenigen µV bis zu einigen mV. BUCHTHAL (8), STEINBRECHER (1o) und LUDIN (13) sagen aus, daß bei Errechnung der mittleren Amplitude aus 2o verschiedenen Potentialen eines Muskels erst eine Abweichung von etwa 5o-6o % , bei LUDIN von 4o % , vom Normalwert diagnostisch verwertbar ist. In einer Arbeit von BUCHTHAL und ROSENFALCK (5) werden für einige Muskeln mittlere Amplitudenwerte gesunder Versuchspersonen angegeben. Die höchsten Amplitudenwerte werden für den M. tibialis anterior (1,47 mV $\pm$ 8) genannt, die niedrigsten für den M. frontalis (o,67 mV $\pm$ 3).

Über die prozentuale Amplitudenverteilung fand sich in der durchgesehenen Literatur nur eine Arbeit von BUCHTHAL, in welcher in einem Histogramm die Amplitudenverteilung im M. biceps brachii bei 1268 ausgemessenen Potentialen einer gesunden Versuchsperson dargestellt ist. Aus diesem Histogramm wird ersichtlich, daß die Amplituden der Aktionspotentiale innerhalb eines Muskels erhebliche Variationen zeigen.

Andere statistisch abgesicherte Arbeiten über die Amplitudenverteilung in verschiedenen Muskeln gibt es nicht.

In der vorliegenden Arbeit fanden sich bei Ableitung aus dem M. biceps brachii bei einer Versuchsperson und 58 ausgemessenen Potentialen 25,85 % der Potentiale mit einer Amplitude von o,4-1,o mV, 37,93 % der Potentiale zeigten Amplituden von 1,1-1,5 mV und

.../ 24

17,24 % der Potentiale ließen Amplituden von 1,6 - 2,o mV erkennen. 8,62 % der Potentiale hatten Amplituden von 2,6 - 3,o mV und 10,34 % sogar Amplituden zwischen 3,1 und 3,5 mV. Bei einer anderen Versuchsperson hatten bei Ableitung aus dem M. biceps brachii und Auszählen von 49 Potentialen 8,16 % Amplituden zwischen 3,6 und 4,o mV.

Bei 3 Versuchspersonen und 178 ausgemessenen Potentialen aus dem M. biceps brachii hatten 6,74 % der Potentiale Amplituden zwischen 2,6 und 3,o mV, 3,94 % der Potentiale Amplituden zwischen 3,1 und 3,5 mV und 2,24 % zeigten Amplituden auf, die zwischen 3,6 und 4,o mV lagen (siehe Tab. 7).

Ähnlich große Differenzen in der Amplitudenverteilung ergaben sich bei den Potentialen der übrigen Muskeln. Die mittleren Amplituden zeigten bei Ableitung aus dem M. abductor digiti V von 3 Versuchspersonen und 120 ausgemessenen Potentialen 2,19 mV die höchsten Werte. Bei Ableitung aus dem M. tibialis anterior lag der Mittelwert der Amplituden mit 1,47 mV am niedrigsten.

Wie aus Tabelle 8 zu entnehmen ist, ändern sich die Werte der mittleren Amplituden und der prozentualen Amplitudenverteilung in den einzelnen Muskeln auch bei 10 Versuchspersonen nicht wesentlich und können somit wohl als statistisch relevant für die Gesamtzahl der untersuchten Patienten übernommen werden.

.../ 25

Die Tabellen 4, 5, 6 und 7 mit Darstellung der prozentualen Verteilung der Amplituden in den einzelnen Muskeln lassen die erhebliche Streubreite erkennen. STEINBRECHER (1o) gibt eine Streubreite der normalen Amplitude zwischen 300 und 1500 µV an. Die hier vorliegende Arbeit zeigt jedoch, daß die Streuung wesentlich breiter ist und daß ein nicht unerheblicher Prozentsatz der von gesunden Versuchspersonen abgeleiteten Potentialamplituden zwischen 2,1 und 3,o, ja über 3,1 mV liegt und somit bereits Werte erreicht, wie sie von STEINBRECHER als Gigantenpotentiale bei Vorderhornschädigungen beschrieben werden. Bei Ableitung aus dem M. abductor digiti V lagen z.B. bei 12o ausgemessenen Potentialen 20 % der Werte zwischen 3,1 und 5,o mV. Amplituden über 5,1 mV wurden aus den hier abgeleiteten Muskeln normaler Versuchspersonen nicht registriert. Amplituden dieser Größenordnung sind also mit Sicherheit als krankheitsspezifisch anzusehen.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG

Bei 5o Versuchspersonen im Alter zwischen 15 und 74 Jahren, bei denen klinisch kein Hinweis auf eine neuromuskuläre Erkrankung vorlag, wurden die motorischen und sensiblen Nervenleitgeschwindigkeiten gemessen. Die dafür errechneten Mittelwerte entsprechen weitgehend den in der Literatur angegebenen Ergebnissen.

.../ 26

Aus 4 verschiedenen Muskeln (M. biceps brachii, M. abductor digiti V, M. quadriceps und M. tibialis anterior) wurde außerdem mittels konzentrischer Nadelelektrode das Elektromyogramm abgeleitet. Pro Muskel wurde von 2o verschiedenen Aktionspotentialen die Dauer ausgemessen und die jeweiligen Mittelwerte, Streuungen und Standardabweichungen errechnet. Daneben wurde eine prozentuale Aufschlüsselung der Einzelwerte in Histogrammen dargestellt.

Das Durchschnittsalter der untersuchten Patienten lag bei 35,96 Jahren. Beim Vergleich der Ergebnisse mit denen anderer Autoren findet sich in Bezug auf dieses Durchschnittsalter Übereinstimmung. Bei Aufgliederung der untersuchten Patienten in drei Altersgruppen konnte ein signifikanter Unterschied der Potentialdauer in den verschiedenen Gruppen nicht nachgewiesen werden. Dies Ergebnis würde mit der Arbeit von DOMINICUS übereinstimmen, der keinen eindeutigen Anstieg der Aktionspotential-Dauer bei zunehmendem Lebensalter feststellen konnte.

Bei 3 Versuchspersonen wurden von 178 ausgemessenen Potentialen aus dem M. biceps, 12o Potentialen aus dem M. abductor digiti V, 216 Potentialen aus dem M. quadriceps und 129 Potentialen aus dem M. tibialis anterior die Amplituden bestimmt und derem Mittelwerte, Streuung und Standardabweichung errechnet. Da sich in der durchgesehenen Literatur, abgesehen von einem Histogramm von BUCHTHAL über die prozentuale Spannungsverteilung im M. biceps brachii und einer

.../ 27

Tabelle von BUCHTHAL und ROSENFALCK über mittlere Amplitudenwerte bei Ableitung mittels konzentrischer Nadelelektrode aus 8 verschiedenen Muskeln ohne Darstellung der prozentualen Verteilung, keine tabellarischen Veröffentlichungen von Aktionspotentialamplituden fanden, wurde eine prozentuale Aufschlüsselung der Amplitudenwerte für die einzelnen Muskeln vorgenommen und in Histogrammen dargestellt. Zur statistischen Absicherung wurden außerdem die mittleren Amplitudenwerte aus den genannten Muskeln von 10 Versuchspersonen ermittelt. Eine wesentliche Änderung der Ergebnisse konnte auch bei erweiterter Personenzahl nicht festgestellt werden.

Es wurde ersichtlich, daß bei gesunden Versuchspersonen ein erheblicher Prozentsatz der Potentiale Amplituden von über 3,o mV aufwies und somit Werte erreichte, wie sie z.B. bei STEINBRECHER als Riesen- oder Gigantenpotentiale beschrieben werden. Dies zeigt, daß Amplituden dieser Größenordnung solange nicht als pathologisch zu bewerten sind, solange ihr prozentualer Anteil nicht 50 % überschreitet. Das entspricht auch Angaben in der Literatur, wo von verschiedenen Autoren die erhebliche Streuung der Amplitudenwerte betont wird und darauf hingewiesen wird, daß grundsätzlich erst Abweichungen von 40 - 60 % der Amplituden vom Normalwert diagnostisch verwertbar sind.

TABELLE 1

Mtl. Potentialdauer (aus 20 P/Muskel 50 uV/mm/int.)

Name	M. biceps		M. abd. dig V		M. quadriceps		M. tib. ant.	
S., Heinz	5	13	5	14	6	13	8	15
	9,65 msec		9,25 msec		10,0 msec		10,85 msec	
K., Jörg	6	14	8	15	5	16	9	15
	10,5		10,8		9,20		12,10	
H., Manfred	6	15	7	16	5	15	6	13
	9,90		11,1		9,80		8,75	
B., Horst	7	13 (12 P)	6	15	6	15 (7 P)	6	15
	9,83		10,3		9,85		10,15	
R., Rudolf	5	15	7	15	7	13 (16 P)	6	13 (7 P)
	9,85		11,65		9,87		11,28	
R., Peter	4	12	8	15	4	16	6	13
	7,55		11,35		9,90		9,55	
W., Herbert	3	13	7	15	–		8	13 (14 P)
	8,80		11,20				10,42	
E., Klaus	4	13	8	15	6	13	8	15
	10,5		11,6		9,45		11,0	
P., Heino	7	13	8	15 (18 P)	7	15	6	13
	9,6		11,55		9,90		9,75	
U., Angelika	8	14 (13 P)	11	15 (9 P)	10	13 (10 P)	6	13 (13 P)
	10,15		13,0		11,4		9,23	
S., Elena	–		7	16 (12 P)	8	13 (15 P)	6	14
			11,58		10,73		8,55	
K., Günter	5	11	9	15	8	14	–	
	7,95		12,20		10,40			
R., Gotthard	8	15 (15 P)	8	15	7	15	8	15
	11,93		12,0		10,55		11,35	
S., Hilmar	6	13	10	15 (11 P)	8	14	7	14 (16 P)
	9,30		12,18		10,75		10,31	
F., Klaus	6	13	7	15 (14 P)	4	14	5	14
	9,60		12,5		9,60		9,55	
L., Doris	7	15 (15 P)	8	15 (17 P)	4	13	6	13
	10,40		11,52		9,0		9,40	
V., Ahmet	5	12	6	14	8	14	5	14
	8,95		10,85		11,35		9,30	
R., Kurt	6	14 (15 P)	9	16 (8 P)	8	14	6	13
	11,26		11,50		11,20		9,40	
R., Paul	5	14	8	14	6	14	5	14
	9,45		11,70		9,25		9,35	
P., Klaus	5	13	7	14	6	13	5	13
	9,10		12,30		9,65		8,65	
B., Heinz	7	13	7	14	7	13	5	13
	9,75		11,45		10,15		8,70	
F., Wenzel	5	14	9	15	6	13	5	13 (18 P)
	9,85		12,25		9,75		9,88	
P., Wolfgang	4	11	9	15 (14 P)	5	13	5	12
	8,60		13,28		9,00		8,30	
R., Willi	6	13	9	15	6	13	5	12
	9,35		12,55		9,35		8,75	
H., Kurt	5	12	11	14 (14 P)	7	13	4	13
	8,20		12,35		9,50		8,60	
V., Bernd	6	14	8	14 (18 P)	6	11	7	14 (17 P)
	10,20		11,05		7,50		9,88	
S., Dieter	6	13 (14 P)	9	15 (14 P)	6	14	5	13 (16 P)
	9,78		12,57		9,65		8,43	
M., Willy	5	14	6	15 (16 P)	6	14	5	13 (16 P)
	9,15		10,75		9,55		8,68	
M., Hans-W.	5	11	6	16	–		5	12
	7,85		11,80				8,00	
T., Reinhard	5	13	8	16 (15 P)	6	12 (11 P)	5	14 (15 P)
	9,10		11,80		8,81		8,46	
B., Karl-H.	5	15 (15 P)	8	15	5	12	5	12
	9,60		11,15		14,45		7,95	
W., Hans-Werner	5	12	9	15	5	14	5	10
	8,60		12,15		9,0		7,80	
S., Achim	5	14	9	15 (16 P)	5	14	7	10 (13 P)
	8,90		12,12		8,95		9,30	
M., Wolfgang	5	12 (15 P)	8	15	6	12	5	11
	8,86		12,25		8,25		8,30	
B., Ilona	6	15	10	16	6	13	5	11
	9,05		12,80		9,15		7,50	
B., Peter	5	13	7	17	6	13	6	11
	8,75		11,50		9,30		8,00	
P., Reinhard	5	11	6	15	5	10	5	11
	7,65		11,50		7,75		7,90	
S., Beatrix	6	13	8	16	7	13	6	10 (16 P)
	8,55		12,50		9,40		8,12	
L., Joachim	7	13	9	16	5	12	6	12
	8,65		12,55		8,16		8,10	
B., Waltraut	5	12	7	15	5	12	5	11
	8,40		12,10		7,55		7,55	
V., Harald	5	14	6	15	6	12	5	11
	9,10		11,40		9,05		7,65	
K., Anita	6	13	6	16	6	15	5	12
	9,80		12,15		9,75		7,70	
A., Henry	3	12	7	16	5	11 (9 P)	4	12
	7,85		11,55		7,88		8,26	
T., Michael	5	13	10	16 (13 P)	6	12	4	10
	8,30		13,46		8,90		7,10	
P., Rolf	5	12	9	15	6	12	4	11
	8,05		12,20		8,50		7,50	
H., Fritz	6	14	7	17	6	13 (14 P)	4	11
	9,15		11,05		8,57		7,45	
R., Wilfried	5	11	7	17	6	13	5	12
	8,05		11,85		9,60		7,70	
G., Karl-Heinz	6	11 (11 P)	6	16 (16 P)	6	10	4	13
	8,36		12,12		8,05		7,85	
S., Maria	6	15	6	15	6	12	7	14 (14 P)
	10,20		10,80		8,90		10,28	
J., Ingo	5	12 (11 P)	7	16	5	13	5	11 (12 P)
	8,81		11,15		8,60		7,91	

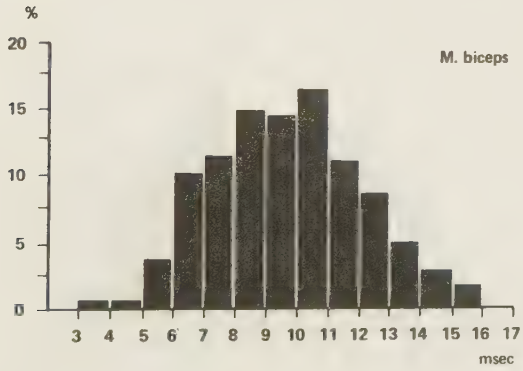
TABELLEN 2

a) - d)

Prozentuale Verteilung der Potentialdauer

TABELLE 2 - a) M. biceps brachii (916 P = 100 %)

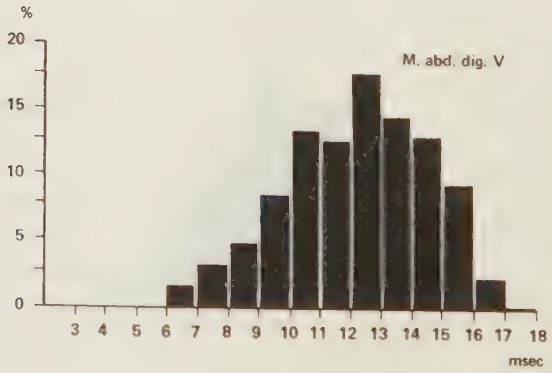
3 msec	2 P	=	o,21 %
4 msec	2 P	=	o,21 %
5 msec	36 P	=	3,93 %
6 msec	94 P	=	1o,26 %
7 msec	1o8 P	=	11,79 %
8 msec	138 P	=	15,o6 %
9 msec	136 P	=	14,84 %
1o msec	148 P	=	16,15 %
11 msec	1o2 P	=	11,13 %
12 msec	78 P	=	8,51 %
13 msec	46 P	=	5,o2 %
14 msec	18 P	=	1,96 %
15 msec	8 P	=	o,87 %
16 msec	o P	=	o %
17 msec	o P	=	o %



Prozentuale Verteilung der Potentialdauer

TABELLE 2 - b) M. abductor digiti V (9o5 P = 100 %)

3 msec	o	P	=	o %
4 msec	o	P	=	o %
5 msec	1	P	=	o,11 %
6 msec	13	P	=	1,43 %
7 msec	27	P	=	2,98 %
8 msec	45	P	=	4,97 %
9 msec	73	P	=	8,o5 %
1o msec	117	P	=	12,92 %
11 msec	112	P	=	12,37 %
12 msec	162	P	=	17,9o %
13 msec	128	P	=	14,14 %
14 msec	115	P	=	12,7o %
15 msec	89	P	=	9,83 %
16 msec	2o	P	=	2,19 %
17 msec	3	P	=	o,33 %



Prozentuale Verteilung der Potentialdauer

TABELLE 2 - c) M. quadriceps (9o2 P = 100 %)

3 msec	o	P	=	o %
4 msec	3	P	=	o,33 %
5 msec	19	P	=	2,1o %
6 msec	65	P	=	7,2o %
7 msec	112	P	=	12,41 %
8 msec	142	P	=	15,74 %
9 msec	128	P	=	14,19 %
1o msec	158	P	=	17,51 %
11 msec	1o7	P	=	11,86 %
12 msec	92	P	=	1o,19 %
13 msec	48	P	=	5,32 %
14 msec	17	P	=	1,88 %
15 msec	7	P	=	o,77 %
16 msec	2	P	=	o,22 %
17 msec	o	P	=	o %

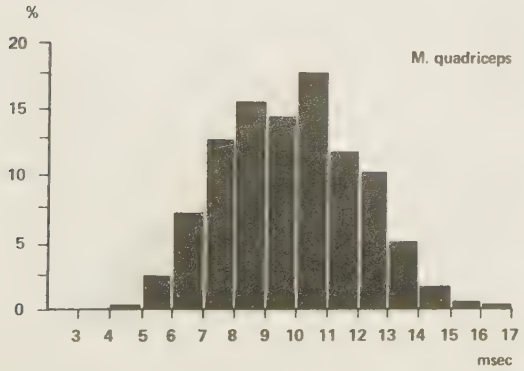


TABELLE 2 - Prozentuale Verteilung der Potentialdauer d) M. tibialis anterior (902 P = 100 %)

3 msec	o P	=	o %
4 msec	7 P	=	o,77 %
5 msec	47 P	=	5,21 %
6 msec	98 P	=	1o,86 %
7 msec	131 P	=	14,52 %
8 msec	153 P	=	16,96 %
9 msec	117 P	=	12,97 %
1o msec	137 P	=	15,17 %
11 msec	82 P	=	9,o9 %
12 msec	65 P	=	7,2o %
13 msec	41 P	=	4,54 %
14 msec	15 P	=	1,66 %
15 msec	9 P	=	o,99 %
16 msec	o P	=	o %
17 msec	o P	=	o %

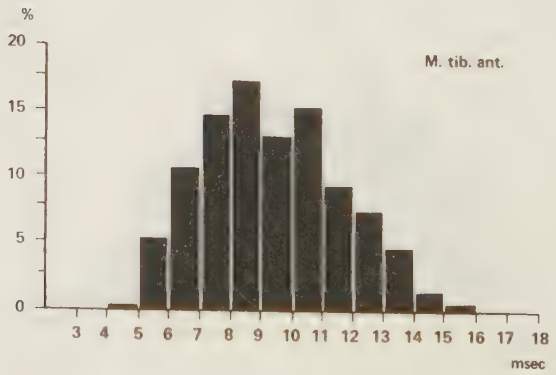


TABELLE 3

TABELLE 3

Mtl. Potentialspannung (200 uV/mm/int.)

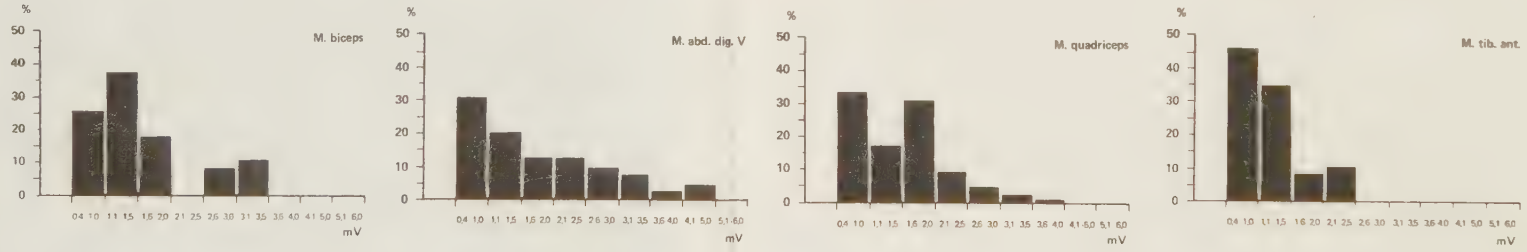
Name	M. biceps			M. abd. dig V			M. quadriceps			M. tib. ant.		
	6 mm		16 mm	5 mm		25 mm	5 mm		19 mm	5 mm		17 mm
	1,2 mV	2,2 mV	3,2 mV	1,0 mV	3,0 mV	5,0 mV	1,0 mV	2,4 mV	3,8 mV	1,0 mV	2,2 mV	3,4 mV
S., Heinz	6		29	4		24	5		19	3		13
	1,2	3,5	5,8	0,8	2,8	4,8	1,0	2,4	3,8	0,6	1,6	2,6
K., Jörg	3		14	4		23	3		14	–		
	0,6	1,7	2,8	0,8	2,7	4,6	0,6	1,7	2,8			
H., Manfred	7		23	6		29	7		30	4		20
	1,4	3,0	4,6	1,2	3,0	5,8	1,4	3,7	6,0	0,8	2,4	4,0
B., Horst	4		22	5		23	5		23	3		18
	0,8	2,6	4,4	1,0	2,8	4,6	1,0	2,8	4,6	0,6	2,1	3,6
R., Rudolf	4		20	8		23	6		24	3		19
	0,8	2,4	4,0	1,6	3,1	4,6	1,2	3,0	4,8	0,6	2,2	3,8
R., Peter	6		30	5		20	–			5		14
	1,2	3,8	6,0	1,0	2,5	4,0				1,0	1,9	2,8
W., Herbert	5		15	6		30	6		15	3		19
	1,0	2,0	3,0	1,2	3,6	6,0	1,2	2,1	3,0	0,6	2,2	3,8
E., Klaus	5		19	4		22	3		19	4		20
	1,0	2,4	3,8	0,8	2,6	4,4	0,6	2,2	3,8	0,8	2,4	4,0
P., Heino	7		25	6		30	5		20	4		14
	1,4	3,2	5,0	1,2	3,6	6,0	1,4	2,5	4,0	0,8	1,8	2,8
U., Angelika	6		12	4		30	5		17	4		16
	1,2	1,8	2,4	0,8	3,4	6,0	1,0	2,2	3,4	0,8	2,0	3,2
S., Elena	5		12	5		18	5		19	–		
	1,0	1,7	2,4	1,0	2,3	3,6	1,0	2,4	3,8			
K., Günter	4		20	5		23	5		12	5		19
	0,8	2,4	4,0	1,0	2,8	4,6	1,0	1,7	2,4	1,0	2,4	3,8
R., Gotthard	4		26	4		30	6		30	5		23
	0,8	3,0	5,2	0,8	3,4	6,0	1,2	3,6	6,0	1,0	2,8	4,6
S., Hilmar	8		23	6		30	5		17	4		18
	1,6	3,1	4,6	1,2	3,6	6,0	1,0	2,2	3,4	0,8	2,2	3,6
F., Klaus	5		24	9		29	4		19	3		15
	1,0	2,9	4,8	1,8	3,8	5,8	0,8	2,3	3,8	0,6	1,8	3,0
L., Doris	5		18	7		29	5		30	3		15
	1,0	2,3	3,6	1,4	3,6	5,8	1,0	3,5	6,0	0,6	1,8	3,0
V., Ahmet	5		10	5		18	3		26	5		20
	1,0	1,5	2,0	1,0	2,3	3,8	0,6	2,9	5,2	1,0	2,5	4,0
R., Kurt	4		13	9		23	4		18	3		8
	0,8	1,7	2,6	1,8	3,2	4,6	0,8	2,2	3,6	0,6	1,1	1,6
R., Paul	4		12	6		18	5		17	5		17
	0,8	1,6	2,4	1,2	2,4	3,6	1,0	2,2	3,4	1,0	2,2	3,4
P., Klaus	4		24	5		22	6		20	–		
	0,8	2,8	4,8	1,0	2,7	4,4	1,2	2,6	4,0			
B., Heinz	4		18	9		30	4		22			
	0,8	2,2	3,6	1,8	3,9	6,0	0,8	2,6	4,4			
F., Wenzel	4		20	10		25	5		24	4		18
	0,8	2,4	4,0	2,0	3,5	5,0	1,0	2,9	4,8	0,8	2,2	3,6
P., Wolfgang	6		26	6		30	5		26	3		19
	1,2	3,2	5,2	1,2	3,6	6,0	1,0	3,1	5,2	0,6	2,2	3,8
R., Willi	5		29	6		29	4		20	4		19
	1,0	3,4	5,8	1,2	3,5	5,8	0,8	2,4	4,0	0,8	2,3	3,8
H., Kurt	6		21	6		30	5		22	5		20
	1,2	2,7	4,2	1,2	3,6	6,0	1,0	2,7	4,4	1,0	2,5	4,0
V., Bernd	5		24	5		19	6		25	6		13
	1,0	2,9	4,8	1,0	2,4	3,8	1,2	3,1	5,0	1,2	1,9	2,6
S., Dieter	5		18	5		28	8		28	4		18
	1,0	2,3	3,6	1,0	3,3	5,6	1,6	3,6	5,6	0,8	2,2	3,6
M., Willy	4		19	5		19	–			6		21
	0,8	2,3	3,8	1,0	2,4	3,8				1,2	2,7	4,2
M., Hans-W.	5		24	4		25	6		24	5		17
	1,0	2,9	4,8	0,8	2,9	5,0	1,2	3,0	4,8	1,0	2,2	3,4
T., Reinhard	5		26	7		19	3		29	3		19
	1,0	3,1	5,2	1,4	2,6	3,8	0,6	3,2	5,8	0,6	2,2	3,8
B., Karl-H.	4		16	3		22	4		18	3		11
	0,8	2,0	3,2	0,6	2,5	4,4	0,8	2,2	3,6	0,6	1,4	2,2
W., Hans-Werner	5		19	5		20	3		22	5		15
	1,0	2,4	3,8	1,0	2,5	4,0	0,6	2,5	4,4	1,0	2,0	3,0
S., Achim	4		10	6		26	4		10	2		10
	0,8	1,4	2,0	1,2	3,2	5,2	0,8	1,4	2,0	0,4	1,2	2,0
M., Wolfgang	6		22	8		24	5		23	3		19
	1,2	2,8	4,4	1,6	3,2	4,8	1,0	2,8	4,6	0,6	2,2	3,8
B., Ilona	6		29	3		29	5		20	5		17
	1,2	3,5	5,8	0,6	3,2	5,8	1,0	2,5	4,0	1,0	2,2	3,4
B., Peter	4		20	4		18	3		18	3		16
	0,8	2,4	4,0	0,8	2,2	3,6	0,6	2,1	3,6	0,6	1,9	3,2
P., Reinhard	5		26	6		33	–			–		
	1,0	3,1	5,2	1,2	3,9	6,6						
S., Beatrix	3		15	6		30	5		28	3		17
	0,6	1,8	3,0	1,2	3,6	6,0	1,0	3,3	5,6	0,6	2,0	3,4
L., Joachim	4		18	6		25	4		17	2		10
	0,8	2,2	3,6	1,2	3,1	5,0	0,8	2,1	3,4	0,4	1,2	2,0
B., Waltraut	4		10	4		14	2		14	4		10
	0,8	1,4	2,0	0,8	1,8	2,8	0,4	1,8	2,8	0,8	1,4	2,0
V., Harald	8		25	7		30	6		29	5		16
	1,6	3,3	5,0	1,4	3,7	6,0	1,2	3,5	5,8	1,0	2,1	3,2
K., Anita	4		19	6		25	6		18	4		21
	0,8	2,3	3,8	1,2	3,1	5,0	1,2	2,4	3,6	0,8	2,5	4,2
A., Henry	4		18	6		31	6		21	4		16
	0,8	2,2	3,6	1,2	3,7	6,2	1,2	2,7	4,2	0,8	2,0	3,2
T., Michael	5		29	4		30	6		29	5		18
	1,0	3,4	5,8	0,8	3,4	6,0	1,2	3,5	5,8	1,0	2,3	3,6
P., Rolf	3		27	6		16	4		23	3		10
	0,8	3,0	5,4	1,2	2,2	3,2	0,8	2,7	4,6	0,6	1,3	2,0
H., Fritz	4		15	8		27	4		24	3		22
	0,8	1,9	3,0	1,6	3,5	5,4	0,8	2,8	4,8	0,6	2,5	4,4
R., Wilfried	4		22	6		25	7		20	3		13
	0,8	2,6	4,4	1,2	3,1	5,0	1,4	2,7	4,0	0,6	1,6	2,6
G., Karl-Heinz	4		11	6		16	4		16	5		15
	0,8	1,5	2,2	1,2	2,2	3,2	0,8	2,0	3,2	1,0	2,0	3,0
S., Maria	7		19	5		20	5		20	3		15
	1,4	2,6	3,8	1,0	2,5	4,0	1,0	2,5	4,0	0,6	1,8	3,0
J., Ingo												

AMPLITUDEN

	M. biceps (58 P = 100 %)	M. abductor digiti V (41 P = 100 %)	M. quadriceps (72 P = 100 %)	M. tibialis anterior (37 P = 100 %)
0,4 - 1,0 mV	25,85 %	31,70 %	33,33 %	45,94 %
1,1 - 1,5 mV	37,93 %	19,51 %	15,27 %	35,13 %
1,6 - 2,0 mV	17,24 %	12,19 %	31,94 %	8,10 %
2,1 - 2,5 mV	0 %	12,19 %	9,58 %	10,81 %
2,6 - 3,0 mV	8,62 %	9,75 %	5,55 %	0 %
3,1 - 3,5 mV	10,34 %	7,31 %	2,77 %	0 %
3,6 - 4,0 mV	0 %	2,43 %	1,38 %	0 %
4,1 - 5,0 mV	0 %	4,87 %	0 %	0 %
5,1 - 6,0 mV	0 %	0 %	0 %	0 %

TABELLE 4

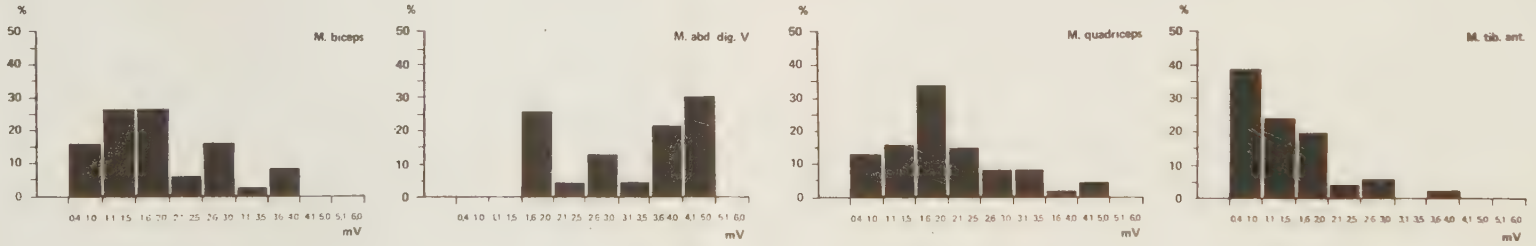
1) W., H.W.



	M. biceps (49 P = 100 %)	M. abductor digiti V (23 P = 100 %)	M. quadriceps (100 P = 100 %)	M. tibialis anterior (50 P = 100 %)
0,4 - 1,0 mV	16,32 %	0 %	13,0 %	44 %
1,1 - 1,5 mV	26,53 %	0 %	16,0 %	24 %
1,6 - 2,0 mV	26,53 %	26,08 %	34,0 %	20 %
2,1 - 2,5 mV	6,12 %	4,34 %	15,0 %	4 %
2,6 - 3,0 mV	16,34 %	13,04 %	8,0 %	6 %
3,1 - 3,5 mV	2,04 %	4,34 %	8,0 %	0 %
3,6 - 4,0 mV	8,16 %	21,73 %	2,0 %	2 %
4,1 - 5,0 mV	0 %	30,43 %	4,0 %	0 %
5,1 - 6,0 mV	0 %	0 %	0 %	0 %

TABELLE 5

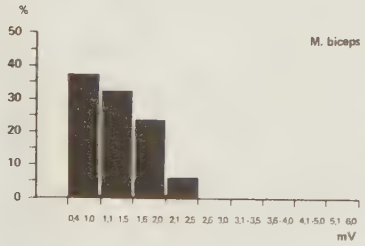
2) P., W.

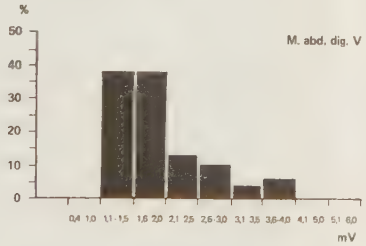


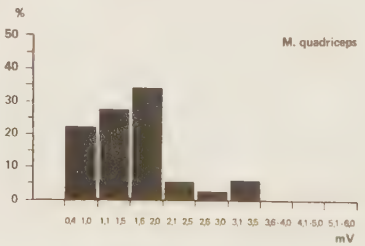
	M. biceps (71 P = 100 %)	M. abductor digiti V (56 P = 100 %)	M. quadriceps (44 P = 100 %)	M. tibialis anterior (42 P = 100 %)
0,4 - 1,0 mV	38,02 %	0 %	22,5 %	50 %
1,1 - 1,5 mV	32,39 %	33,92 %	27,27 %	7,14 %
1,6 - 2,0 mV	23,94 %	33,92 %	34,09 %	9,52 %
2,1 - 2,5 mV	5,63 %	12,50 %	6,81 %	4,76 %
2,6 - 3,0 mV	0 %	10,71 %	2,27 %	16,66 %
3,1 - 3,5 mV	0 %	3,57 %	6,81 %	11,90 %
3,6 - 4,0 mV	0 %	5,35 %	0 %	0 %
4,1 - 5,0 mV	0 %	0 %	0 %	0 %
5,1 - 6,0 mV	0 %	0 %	0 %	0 %

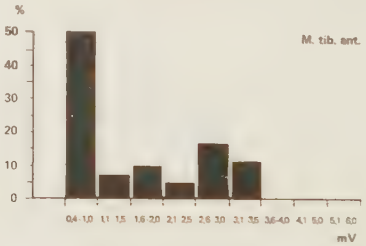
TABELLE 6

3) P., K.





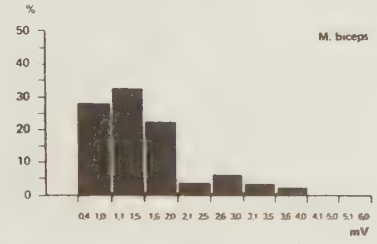


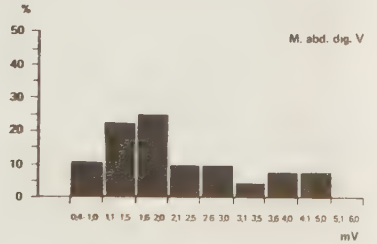


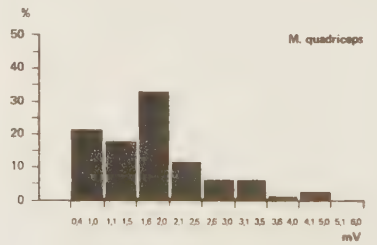
ZUSAMMENFASSUNG DER AMPLITUDEN VON 3 PERSONEN

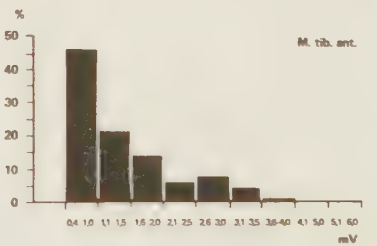
	M. biceps (178 P = 100 %)	M. abductor digiti V (120 P = 100 %)	M. quadriceps (216 P = 100 %)	M. tibialis anterior (129 P = 100 %)
0,4 - 1,0 mV	28,08 %	10,83 %	21,75 %	46,51 %
1,1 - 1,5 mV	32,58 %	22,50 %	18,05 %	21,70 %
1,6 - 2,0 mV	22,47 %	25,00 %	33,33 %	13,17 %
2,1 - 2,5 mV	3,94 %	10,83 %	11,57 %	6,20 %
2,6 - 3,0 mV	6,74 %	10,83 %	6,01 %	7,75 %
3,1 - 3,5 mV	3,94 %	5,0 %	6,01 %	3,87 %
3,6 - 4,0 mV	2,24 %	7,5 %	1,38 %	0,77 %
4,1 - 5,0 mV	0 %	7,5 %	1,85 %	0 %
5,1 - 6,0 mV	0 %	0 %	0 %	0 %

TABELLE 7



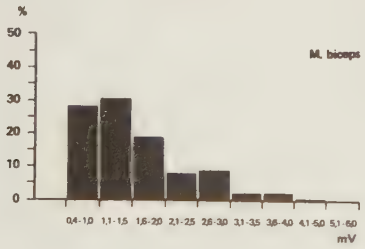


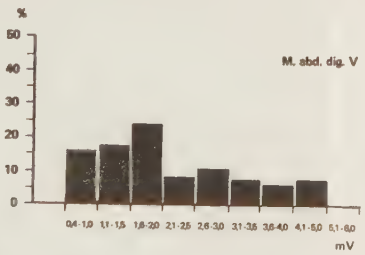


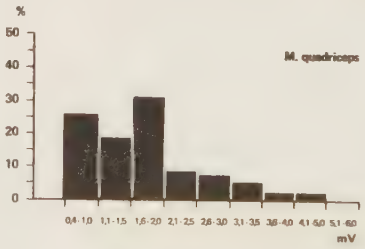


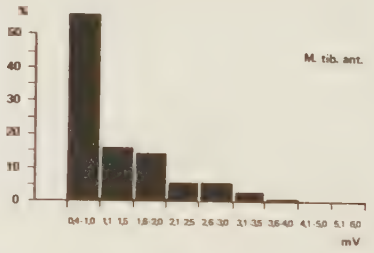
	M. biceps (600 P = 100 %)	M. abductor digiti V (497 P = 100 %)	M. quadriceps (829 P = 100 %)	M. tibialis anterior (647 P = 100 %)
0,4 - 1,0 mV	28,17 %	15,69 %	25,93 %	55,02 %
1,1 - 1,5 mV	30,17 %	17,90 %	18,69 %	16,38 %
1,6 - 2,0 mV	18,83 %	24,94 %	30,64 %	14,83 %
2,1 - 2,5 mV	8,50 %	8,05 %	8,08 %	5,25 %
2,6 - 3,0 mV	8,83 %	11,67 %	7,72 %	5,10 %
3,1 - 3,5 mV	2,00 %	7,24 %	5,31 %	2,16 %
3,6 - 4,0 mV	2,66 %	6,64 %	1,93 %	1,23 %
4,1 - 5,0 mV	0,83 %	7,85 %	1,68 %	0 %
5,1 - 6,0 mV	0 %	0 %	0 %	0 %

TABELLE 8









Literaturverzeichnis

1) BUCHTHAL, F. — Muskelaktionspotentialuntersuchungen am gesunden und kranken Muskel - Dtsch. Z. f. Nervenheilkunde 173 : 448-454, 1955 -

2) FEINSTEIN, B., B. LINDEGARD, E. NYMAN u. G. WOHLFAHRT — Studies on action potentials in normal human muscles - Acta Psychiatr. et. Neurolog. Scand. 29 : 189-195, 1954 -

3) WOHLFAHRT, G., B. FEINSTEIN u. J. FEX — Über die Beziehungen zwischen elektromyographischen und anatomischen Befunden in normalen Muskeln und bei neuromuskulären Erkrankungen - Arch. Psychiatr. Neurol. 191 : 478-492, 1954 -

4) CORBAT, F. — Über Messungen der Leitgeschwindigkeit am peripheren Nerven und deren Verwertung in der Klinik - Dtsch. Z. f. Nervenheilkunde 182 : 652-657, 1961 -

5) BUCHTHAL, F. u. P. ROSENFALCK — Action potential parameters in different human muscles - Acta Psychiatr. et Neurol. Scand. 3o : 125-131, 1955 -

6) BUCHTHAL, F., C. GULD u. P. ROSENFALCK — Action potential parameters in normal human muscle and their dependance on physical variables - Acta Physiol. Scand. 32 : 2oo-218, 1954 -

7) PETERSEN, J. u. E. KUGELBERG — Duration and form of action potentials in the normal human muscle - J. Neurol., Neurosurg., Psychiatr. 12 : 124-228, 1949 -

8) BUCHTHAL, F. — Einführung in die Elektromyographie - Verlag Urban u. Schwarzenberg München - Berlin, 1958 -

9) BUCHTHAL, F., P. PINELLI u. P. ROSENFALCK — Action potential parameters in normal human muscle and their physiological determinants - Acta Physiol. Scand. 32 : 219-229, 1954 -

1o) STEINBRECHER, W. — Elektromyographie in Klinik und Praxis - Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1965 -

11) DRECHLER, B. — Elektromyographie - VEB Verlag Volk und Gesundheit Berlin, 1964 -

12) DOMINICUS, R.-D. — Über die Altersabhängigkeit der Muskelaktionspotentialdauer im normalen Elektromyogramm - Inaugural-Dissertation aus der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik der FU Berlin (Prom. am 13.9.1966) -

13) LUDIN, H.P. — Aus: H.C. Hopf und A. Struppler "Lehrbuch und Atlas der Elektromyographie" - Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1974 -

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung von Herrn Professor Dr. Stölzel, dem für die freundliche Überlassung des Themas und die ständige kritische Unterstützung und Hilfe bei der Gestaltung - zumal für die statistische Rechnung auf dem Elektronenrechner - mein besonderer Dank gilt.

Herr Professor Dr. Kubicki hat mich mit wertvollen Hinweisen ebenfalls in dankenswerter Weise unterstützt.

Frau Franzke möchte ich für ihre Hilfe und Einsatzbereitschaft herzlich danken.

Lebenslauf

Ich, Manfred Emil Moritz Barsch, wurde
am 3.1.1935 in Berlin als Sohn des Kaufmannes
Walter Barsch und seiner Ehefrau Charlotte Barsch,
geb. Kochale, geboren.
Mein Vater ist am 1.5.1945 gefallen.

Von 1935 bis 1961 wohnte ich bei meiner Mutter
in Eichwalde bei Berlin, wo ich 1941 meine Schul-
ausbildung begann, die ich 1949 an der III. Ober-
schule wissenschaftlichen Zweigs in Berlin-Neukölln
fortsetzte und am 25.2.1955 mit der Reifeprüfung
abschloß.

Von 1955 bis 1961 studierte ich an der Freien
Universität Berlin Medizin, legte 1957 die ärztliche
Vorprüfung ab und bestand im Dezember 1961 die
ärztliche Prüfung.

Von 1961 bis 1963 absolvierte ich die Medizinal-
assistentenzeit an mehreren Berliner Krankenhäusern.
Am 10. Dezember 1963 erhielt ich vom Senator für
Gesundheitswesen in Berlin die Bestallung als Arzt.

Vom Dezember 1963 bis Dezember 1973 war ich als
Assistenzarzt an der Neurologisch-Psychiatrischen
Abteilung des Städt. Krankenhauses Neukölln tätig.
Diese Zeit wurde von einer dreimonatigen Tätigkeit
am Hirnstromlabor des Städt. Krankenhauses Westend
und einer sechsmonatigen Tätigkeit an der Karl-
Bonhoeffer-Nervenklinik in Wittenau unterbrochen.

Im Dezember 1973 erhielt ich von der Ärztekammer
Berlin die Anerkennung als Facharzt für Nerven-
und Gemütskrankheiten.

Seit Januar 1974 bin ich als Oberarzt der
Neurologisch-Psychiatrischen Abteilung im Städt.
Auguste-Viktoria-Krankenhaus tätig.

B. Ladewig - Dissertationsdruck - 1 Berlin 12 - Pestalozzistraße 106
Tel.: 3128885 - 3138198